

VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS - BILBAO

GENERACION DISTRIBUIDA MEDIANTE MICROTURBINAS: UNA TECNOLOGIA EFICIENTE Y DEMOSTRADA

Daniel García Almiñana (p)

Departamento de Proyectos de Ingeniería
Universidad Politécnica de Catalunya

Fidel Valle Saval

Dirección de Tecnología y Medio Ambiente
gasNatural SDG, S.A.

RESUMEN

En esta comunicación se destaca el papel jugado por la cogeneración en España durante la última década así como las nuevas perspectivas que se abren a la misma tras la aprobación de la Directiva Europea de Cogeneración de Alta Eficiencia y los efectos cruzados que puedan derivarse de la Directiva sobre el Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la Directiva sobre Eficiencia Energética en Edificios.

En este marco global, la Generación Distribuida mediante microcogeneración en general y microturbinas en particular aparece como una apuesta de futuro necesaria para el cumplimiento de los compromisos de la Unión Europea frente a Kyoto y como una herramienta para la mejora de la eficiencia energética en edificios compatible con los requerimientos para la cogeneración de alta eficiencia.

Finalmente se describen dos instalaciones singulares de microturbinas promovidas desde la Dirección de Tecnología y Medio Ambiente de gasNatural una ubicada en el Tanatorio de l'Hospitalet, en servicio desde principios de 2002, y otra en el edificio de oficinas de gasNatural en Badalona conocido como Montigalà, recientemente puesta en servicio.

PALABRAS CLAVE: microcogeneración, microturbina de gas, eficiencia energética en edificios

SUMMARY

This paper details the role played by CHP in Spain during last decade as long as new prospects opened due to European Directive on High Efficiency Cogeneration and cross-effects stemmed from Greenhouse Gases Trading Directive and Energy Efficiency in Buildings Directive.

In this global framework, Distributed Energy Systems by means of microcogeneration in general or microturbines in particular appear as a necessary commitment to future accomplish European compromise about

Kyoto protocol and also appear as a tool to improve energy efficiency in buildings compatible with requirements of high efficiency cogeneration.

Finally, two outstanding facilities promoted by gasNatural's Technology and Environment Directorate are described; the one running since 2002 in Hospitalet tanatory building and another one in gasNatural Montigalà building in Badalona, recently commissioned.

KEYWORDS: microcogeneration, gas microturbine, energy efficiency in buildings

1. DESARROLLO DE LA COGENERACION EN EUROPA Y ESPAÑA

La tecnología de la cogeneración termoeléctrica ha demostrado ser una de las que mayor incidencia ha tenido en el ámbito de la Unión Europea para la consecución de unos índices de eficiencia energética en continua mejoría. En paralelo, aquella mejora en los índices de eficiencia energética ha venido acompañada por una disminución en el impacto ambiental asociado a la utilización de energía en todos los campos de actividad, tanto industrial como del sector terciario y servicios.

Así, uno de los índices de intensidad energética revela una evolución en Europa desde los 287 TEP/10⁶euro en 1980 hasta 234 TEP/10⁶euro en 1997 (*fuelle: 1999 Annual Energy Review, publicado por la Comisión Europea en enero'00*). Se apunta tanto a una mayor eficiencia energética global en los procesos industriales como en la industria de generación de electricidad, incluyendo a la cogeneración, como responsables principales de dicha mejora.

Como prueba adicional de ello, la comunicación de la Comisión Europea COM(97)514, apostó por doblar en papel jugado por la cogeneración en el período 1994 a 2010, pasando de una contribución del 9% en el balance total de energía eléctrica generada hasta un mínimo del 18%. Actualmente, la Directiva 2004/8/CE [*Dir 2004/8*], recoge dichas expectativas y proporciona un marco de desarrollo común para la cogeneración de alta eficiencia, abriendo nuevas y mejores expectativas para la microcogeneración en edificios, en combinación con las indicaciones de la Directiva 2002/91/CE [*Dir 2002/91*], sobre eficiencia energética en los edificios.

Similarmente, otro informe del IPSEP (*International Project for Sustainable Energy Paths*), apunta a la cogeneración como la tecnología que permitiría cubrir los compromisos adquiridos en Kyoto con el menor impacto económico global. En concreto se indica la posibilidad de reducir las emisiones de CO₂ en 138 millones de toneladas anuales, para un incremento simultáneo de la producción eléctrica de 672 TWh/a para el conjunto de la UE. La Directiva 2003/87/CE [*Dir 2003/87*], que establece las bases para el comercio de derechos de emisión en la UE, aportaría un estímulo adicional para el desarrollo de proyectos de cogeneración.

Por tanto, puede afirmarse que desde tres ámbitos diferenciados: cogeneración de alta eficiencia, eficiencia energética en edificios y comercio de derechos de emisión, la UE ha dado claras señales acerca del desarrollo futuro esperado para la microcogeneración en edificios.

En España el marco legal que ampara la cogeneración ha sufrido, en la última década, numerosos cambios tanto en cuanto a los requisitos de rendimiento energético mínimo demandado como, especialmente, con respecto al marco económico que afecta a las exportaciones de la electricidad excedentaria. Así, la Ley 82/80 sobre Conservación de la Energía, que establecía los primeros incentivos a la cogeneración, fue derogada parcialmente ya en 1994 por la Ley 40/94 de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, la cual introdujo una primera regulación sobre las plantas de cogeneración. A su vez, en 1997, la Ley 54/97 del Sector Eléctrico deroga a la anterior y volvió a revisar de forma notable el marco económico aplicable a las citadas instalaciones.

El desarrollo de la Ley 54/97, en lo que a cogeneración se refiere, no ha quedado exento de modificaciones y revisiones (RD2818/1998, RD841/2002 y actualmente, RD426/2004), a la espera de lo que la nueva directiva de cogeneración obligará nuevamente a modificar.

En otras palabras, en menos de diez años, el entorno legal de la cogeneración ha sufrido modificaciones sustanciales, lo cual ha tenido su repercusión en el desarrollo concreto de esta tecnología. Si a ello se le añade la incertidumbre en cuanto a la evolución de los precios de la electricidad y los combustibles, especialmente del gas natural como fuente de energía principal en aplicaciones de cogeneración, resulta una evolución de la cogeneración en España como la que muestra la *figura 1*.

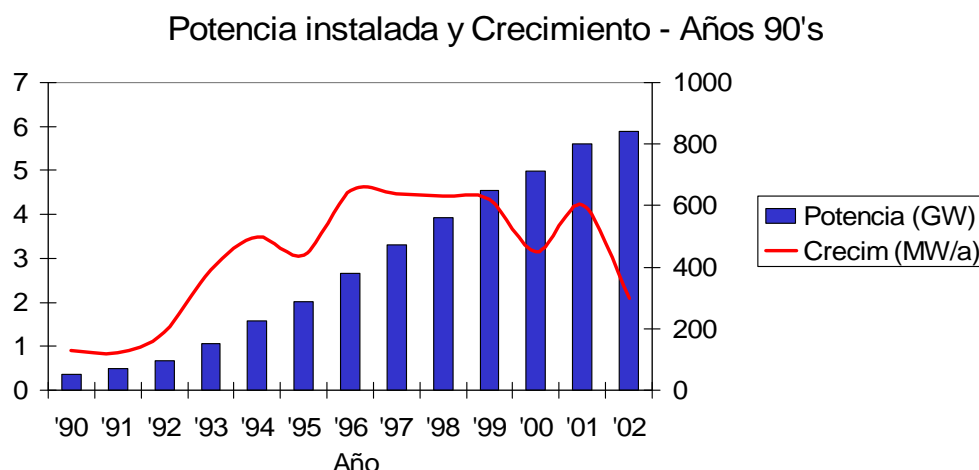


Figura 1.- Evolución de la cogeneración en España

Puede observarse como, a pesar de haberse producido un incremento espectacular en la potencia de cogeneración en servicio, el ritmo de crecimiento ha venido marcado por diversos condicionantes:

- La reducción en la velocidad de crecimiento de 1995 es consecuencia directa de las incertidumbres existentes como consecuencia de la entrada en vigor de la Ley 40/94 y RD 2366/1994.
- La reducción en la velocidad de crecimiento de 1999 y 2000 es consecuencia directa de las incertidumbres existentes como consecuencia de la entrada en vigor de la Ley 54/97 y RD 2818/1998.
- La reducción en la velocidad de crecimiento de 2002 es consecuencia directa de las incertidumbres existentes en el escenario de precios de los combustibles.

Se estima (no se dispone de datos exhaustivos fiables) que en el 2003 hubo un ligero remonte en el crecimiento de la potencia instalada en cogeneración aunque nuevamente este 2004 las incertidumbres que surgen a la luz de la nueva directiva de cogeneración así como del nuevo escenario desarrollado en el RD436/2004 han vuelto a actuar como freno a la evolución de la tecnología.

No obstante ello, las previsiones a medio plazo indican la existencia de un potencial adicional de crecimiento del orden de 1400 MWe.

2. MICROCOGENERACION CON TURBINAS DE GAS

2.1 Oferta tecnológica actual

En el mercado existen tres suministradores, con equipos comprendidos entre 30 y 100 kW. Estos suministradores de microturbinas son:

CAPSTONE TURBINE CORPORATION



Fundada en 1988, fue una de las primeras en disponer de microturbinas. Actualmente ya han vendido más de 2400 equipos, con potencias comprendidas entre 28 kW (equipo fabricado inicialmente) y 60 kW (equipos introducidos el 2001).

Foto 1 – Microturbinas Capstone antes de su entrega

TURBEC AB

Fundada también en 1998 y participada por ABB y Volvo Aero. Desde el 30 de Diciembre de 2003 forma parte de la empresa italiana API Com srl, que la compró. Fabrica equipos de 100 kW y ya ha vendido unas 150 (cifra de finales de 2002).

Foto 2.- Microturbina Turbec de 100 kW



BOWMAN POWER LTD



Fundada en 1994, dispone de equipos de 80 kW (antes también tenía de 50 kW) y está desarrollando equipos de 100 kW. A finales de 2002 había vendido unas 125 unidades.

Foto 3.- Microturbina Bowman de 80 kW

2.2 Aplicaciones de las microturbinas

Actualmente hay cuatro instalaciones de microturbinas en fase de demostración en el estado español (una de British Petroleum en una estación de servicio, cerca de Madrid y tres más promovidas por parte de gasNatural (una Bowman en el Tanatorio de l'Hospitalet, una Capstone en el Centro de Investigación CREVER, de la Universitat Rovira i Virgili y recientemente una Turbec en las oficinas de gasNatural en Montigalà (Badalona)). La selección de estas se realizó por la motivación de disponer de experiencia práctica de aplicación de todos los modelos de microturbinas disponibles en el mercado.

El objetivo de las operaciones de demostración es conocer la fiabilidad de los equipos, analizar sus prestaciones reales en operación, conocer su problemática de funcionamiento y mantenimiento y, en definitiva, servir de mostrador de una tecnología a promover en el ámbito de las aplicaciones de baja potencia, mayoritariamente enmarcadas en el campo de los edificios.

2.3 Microturbina del Tanatorio de l'Hospitalet

Se trata de una instalación con una microturbina Bowman, modelo TG80CG, de 80 kWe, y una potencia térmica de recuperación de calor de 150 kWt, trabajando con temperaturas del agua de 70°C a la entrada y 90°C a la salida del recuperador de calor. Durante el funcionamiento en régimen de verano, el frío se obtiene de una máquina de absorción Yazaki WFC-30R, de 115 kWf nominales, con temperaturas de entrada y salida del agua fría de 12 y 7°C.



Foto 4 y 5.- Vista general de la instalación y detalle de la microturbina

Sobre dicha instalación se ha realizado un exhaustivo trabajo de monitorización y seguimiento a lo largo de un año. La *tabla 1* presenta una comparativa de los resultados de funcionamiento medidos en relación a las prestaciones indicadas por parte de los suministradores:

	Valores reales	Valores nominales
Consumo de gas	31,8 Nm ³ /h	31,8 Nm ³ /h
Consumo de gas	344 kW	341 kW
Potencia eléctrica	79,1 kWe	80 kWe
Potencia térmica	146 kWc	150 kWc
Potencia frigorífica	91 kWf	115 kWf

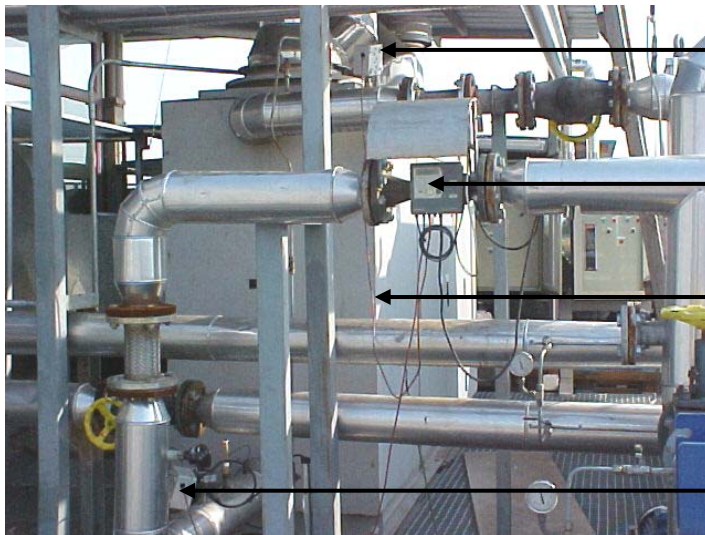
Tabla 1.- Comparativa general de prestaciones

El seguimiento que se ha desarrollado ha supuesto la monitorización de:



- Foto 6: Contador eléctrico -

- Foto 7: Contador de gas -



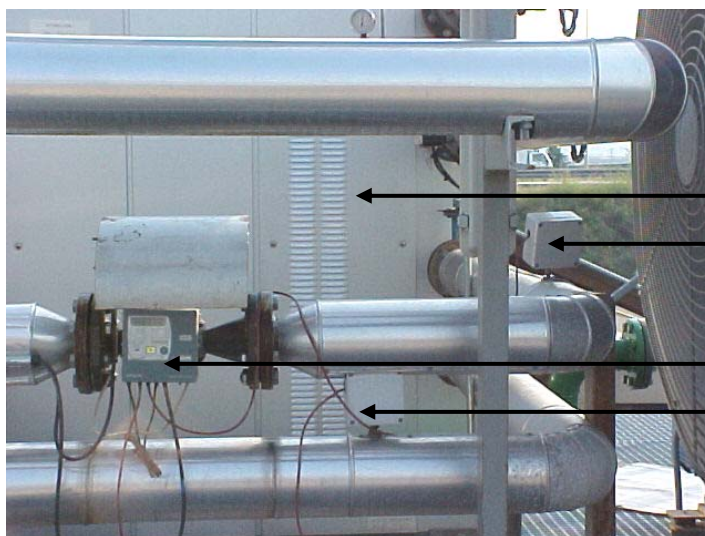
Sonda temperatura impulsión

Integrador contaje energía

Microturbina

Sonda temperatura retorno

- Foto 8: Contador energía térmica -



Máquina absorción

Sonda temperatura retorno

Integrador contaje energía

Sonda temperatura impulsión

- Foto 9: Contador energía frigorífica -

El sistema de registro de datos empleado se ha desarrollado específicamente para dicha aplicación:

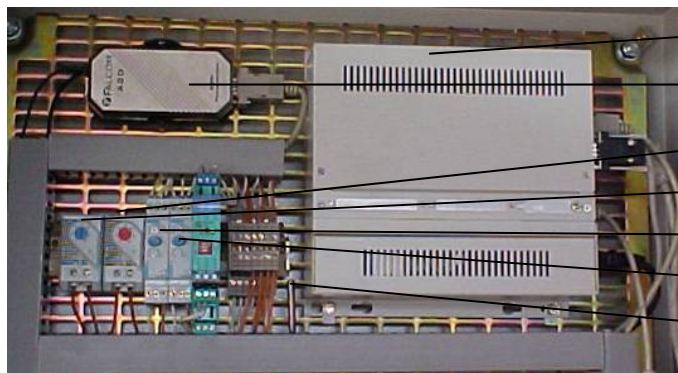


Foto 10. Armario de registro

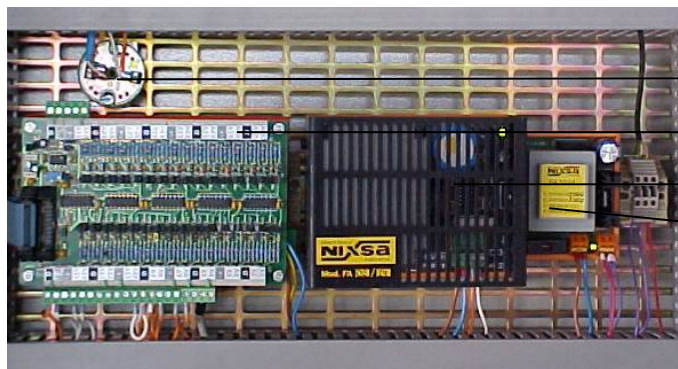


Foto 11. Antena GSM

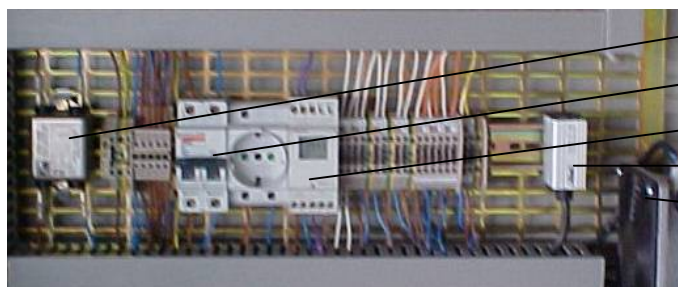
Elementos principales montados en el interior del armario de registro:



- TRAC
- MODEM GSM
- TERMOSTATO CALEFACTOR
- TERMOSTATO VENTILACIÓN
- MONOSTABLE CONTADOR ENERGIA
- MONOSTABLE CONTADOR ENERGIA
- SONDA DE TEMPERATURA ARMARIO



- CONVERTIDOR 4-20 mA
- ASEM
- FUENTE ALIMENTACION 12 V DC
- FUENTE ALIMENTACION 24 V DC



- FILTRO ELECTRICO
- MAGNETOTÉRMICO
- PROGRAMADOR HORARIO
- ELEMENTO CALEFACTOR
- ELEMENTO VENTILADOR

2.3 Microturbina del edificio Montigalà

Se trata de una instalación similar en prestaciones a la anterior pero en la que se instala un equipo Turbec de 100 kW_e. Dicha instalación dará cobertura a las necesidades energéticas del edificio así como, mediante una pequeña red de distrito, a un colegio cercano (200 m). La puesta en marcha de la instalación se ha realizado en verano de 2004 y se ha implementado asimismo un sistema de monitorización y seguimiento energético del comportamiento de los equipos.



- Foto 12: Vista general de la instalación de Montigalà –

3. CONCLUSIONES - PERSPECTIVAS DE APLICACION

- Las microturbinas de gas están especialmente indicadas para aplicaciones de baja potencia en edificios (uso doméstico, terciario o mixto), tal como también se indica en la nueva Directiva de Cogeneración.
- La generación distribuida de energía, además, aporta un conjunto adicional de ventajas desde el punto de vista del planificador energético como son:
 - Limitación del factor de carga de las líneas de distribución en el interior de las ciudades.
 - Consecuente limitación en los cortes de suministro.
 - Retraso en las necesidades de nueva potencia eléctrica como consecuencia del incremento de consumo.
 - Posibilidad de abastecer eficientemente zonas con déficit de suministro en determinados barrios del interior de las ciudades.
- La posibilidad de integrar óptimamente la microcogeneración con otras energías renovables, principalmente energía solar térmica pero también fotovoltaica, promueve la posibilidad de diseñar sistemas de elevada eficiencia ambiental.
- La cogeneración con microturbina de gas permite su aplicación en edificios de viviendas a partir de un tamaño mínimo de 40 viviendas y encuentra

óptimos de viabilidad cuando se integra con usos mixtos de terciario (típicamente oficinas, pero también escuelas y pequeño comercio) debido a la superposición de horarios de funcionamiento, lo cual permite un dimensionado más ajustado de las necesidades de potencia y una utilización más continuada y eficiente de las instalaciones.

BIBLIOGRAFIA

- [Dir 2002/91] “Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios”. *Diario Oficial de la Unión Europea*, núm. L1 (04.01.2002), p. 65-71.
- [Dir 2003/87] “Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo”. *Diario Oficial de la Unión Europea*, núm. L275 (25.10.2003), p. 32-46.
- [Dir 2004/8] “Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE”. *Diario Oficial de la Unión Europea*, núm. L52 (21.02.2004), p. 50-60.

CORRESPONDENCIA

Daniel García Almiñana / Edificio ETSEIT TR5 – Despacho 206 / Colom 11, 08222 Terrassa / daniel.garcia@upc.es

Fidel Valle Saval / Dirección de Tecnología y Medio Ambiente / Avda. Portal de l'Àngel 22, 08002 Barcelona / fvalle@gasnatural.com